

puente sobre el Rhin

Suiza

D. J. BÄNZIGER, Dipl. Ing. E. T. H. / S. I. A.

562 - 127

sinopsis

Para sustituir un puente sobre el Rhin, hundido el 14 de agosto de 1970 por socavación de uno de sus pilares, se ha construido un nuevo puente en el escaso plazo de dos meses.

El 28 de noviembre de 1970, este nuevo puente se abrió al tráfico de vehículos de hasta 3,5 Mp, y el 7 de diciembre del mismo año, a los vehículos de hasta 26 Mp. En la construcción de este puente se han utilizado, por vez primera, láminas cilíndricas de cubierta, prefabricadas y pretensadas. La importancia del puente, que sirve para el enlace entre el Principado de Liechtenstein y Suiza, el nuevo tipo de tablero utilizado, así como el plazo de construcción, extraordinariamente breve, dan un interés especial a esta obra.

Introducción

El puente sobre el Rhin que enlaza Buchs y Schaan, construido en 1928/29, se desplomó el 14 de agosto de 1970 por socavación del primero de los tres pilares cimentados dentro del cauce. Los otros pilares y los estribos permanecieron prácticamente intactos, mientras que el tablero quedó totalmente destruido. La socavación se produjo por la extracción de áridos que, desde 1952, se ha efectuado en forma intensiva en el Rhin; extracción que tiene por objeto hundir más el lecho del río que se encontraba demasiado elevado, a fin de hacer frente a las inundaciones que tenían lugar cuando se presentaban avenidas en el río.

El nuevo puente sobre el Rhin, proyectado inmediatamente agua abajo del puente actual, y que se construye juntamente con la obra de enlace de las carreteras nacionales, puede ser puesto en servicio en el plazo de 3 ó 4 años; se necesitaba inmediatamente un nuevo puente, que debería encontrarse en la misma alineación y al mismo nivel que el antiguo. La administración de Carreteras y Obras de Profundidad del Cantón de St. Gallen, Departamento de Construcción de Puentes, efectuó en breve plazo un concurso-subasta restringido, y el 14 de septiembre de 1970 fueron adjudicadas las obras.

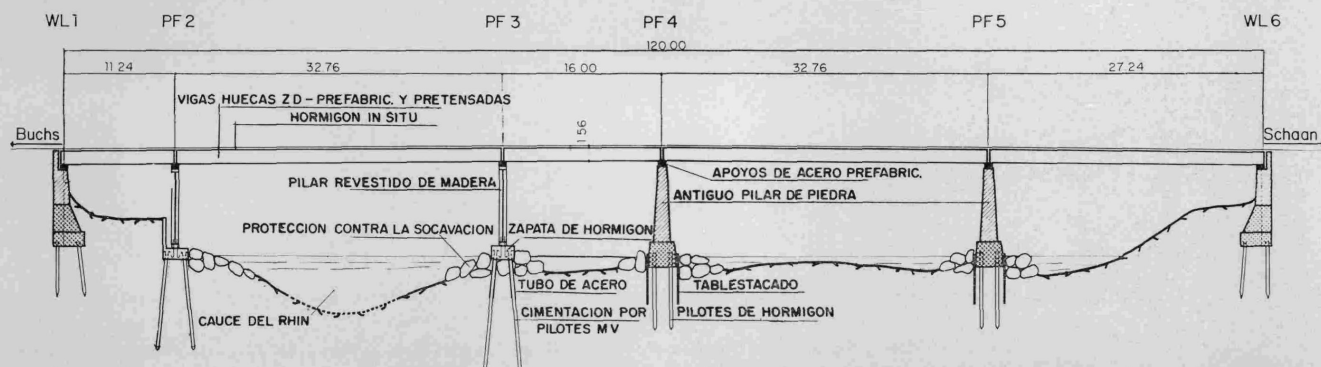
El proyecto

El proyecto, redactado en común por la fábrica de piezas de hormigón pretensado AG Widnau, como contratista general, y la oficina de ingenieros D. J. Bänziger, Zürich/Buchs SG, utiliza los dos pilares del interior del cauce



Estado en que quedó el antiguo puente.

sección longitudinal



en los que se efectuaron algunos trabajos de reparación, y los dos estribos del antiguo puente. En lugar del pilar derrumbado se construyeron dos nuevos pilares a ambos lados del profundo orificio de la socavación. La posición de estos pilares se fijó de manera que la luz entre ellos fuese igual a la luz entre los pilares todavía intactos y de forma que el primer pilar del lado occidental se cimentase al pie del terraplén, para poderlo construir desde la orilla. De este modo, el puente, de 120 m de longitud y 9,14 m de anchura, presenta las siguientes luces, en la dirección de Buchs hacia Schaan: 11,24; 32,76; 16; 32,76, y 27,24 metros.

Infraestructura

Los dos nuevos pilares se cimentaron con seis pilotes MV cada uno (pilotes de inyección - Müller de la AG Conrad Zschokke). Estos pilotes constan de un tubo de acero, de paredes gruesas, de 27 cm de diámetro, y se empotraron por lo menos a 9 m de profundidad en el subsuelo de gravilla. El tubo de acero se rellenó en su parte interior con mortero de cemento. Estos pilotes tienen una capacidad de sustentación de 150 t, que se adquiere rellenando, por medio de una inyección, el espacio entre el tubo de acero y la gravilla circundante; de esta forma se consigue un pilote de unos 40 cm de diámetro aproximadamente.

En el nuevo pilar número 3 tuvieron que hincarse los pilotes MV por medio de una plataforma flotante, con un nivel de agua en el río de 1,80 a 2,30 m. Para mantener los pilotes en la posición adecuada dentro del agua, de rápida corriente, se empleó un segundo tubo de acero exterior de 40 cm de diámetro. Los pilotes se hincaron inclinados en sentido longitudinal y transversal para absorber las fuerzas horizontales.

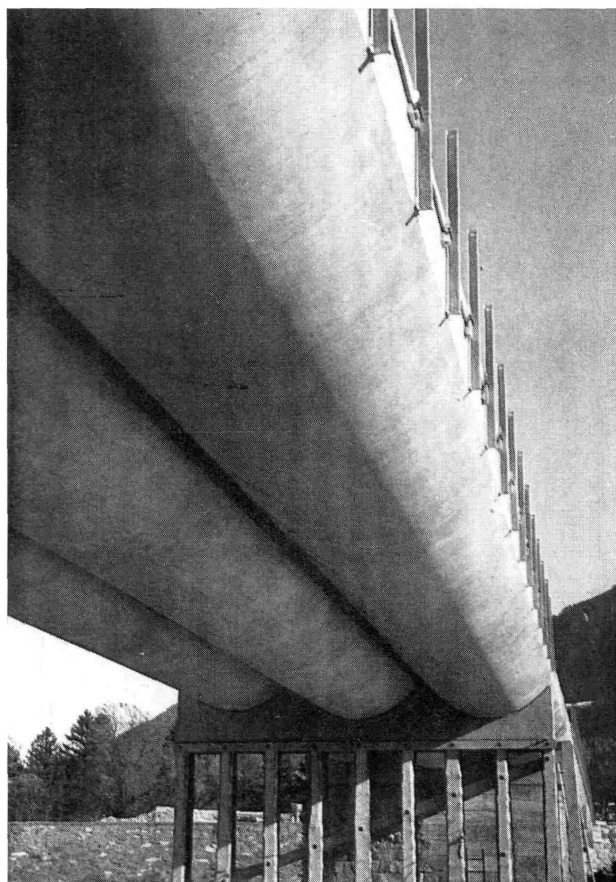
Sobre las cabezas de los pilotes se construyeron unas zapatas de hormigón armado. Sobre dichas zapatas se sitúan las pilas, constituidas por caballetes de madera sobre los que se colocaron unos cabezales de hormigón armado que tienen la forma del intradós del tablero.

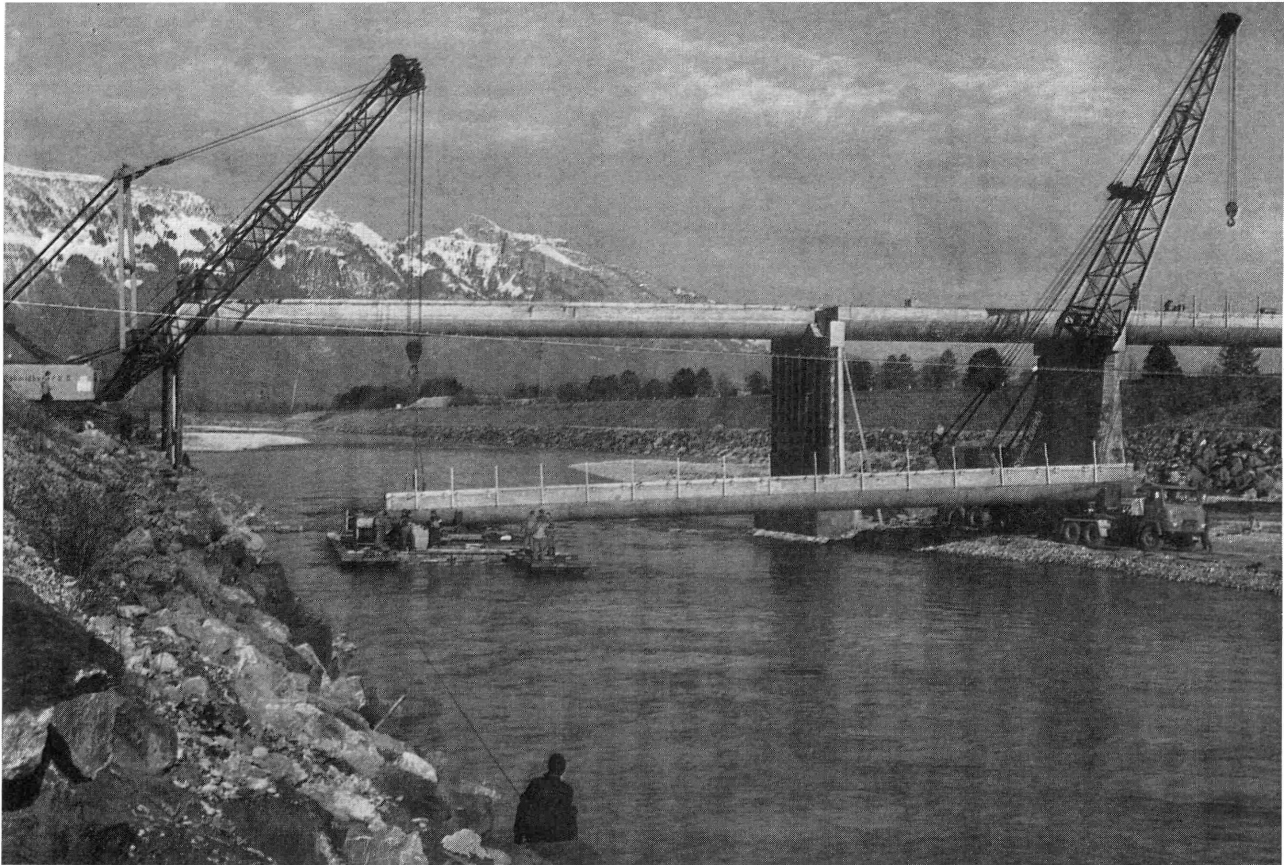
Los caballetes se articulan a las zapatas de hormigón, de forma que, en el sentido longitudinal del puente, actúen como apoyos pendulares, mientras que, transversalmente, se empotran para resistir el empuje del agua y del viento.

Superestructura

El interés de esta obra reside en la utilización, por vez primera, de láminas prefabricadas de cubierta para construir un tablero de puente.

Vista inferior del tablero entre las pilas 2 y 3. Puede apreciarse el caballete de madera que constituye la pila 3, así como el cabezal de hormigón en que se apoyan las vigas laminadas.



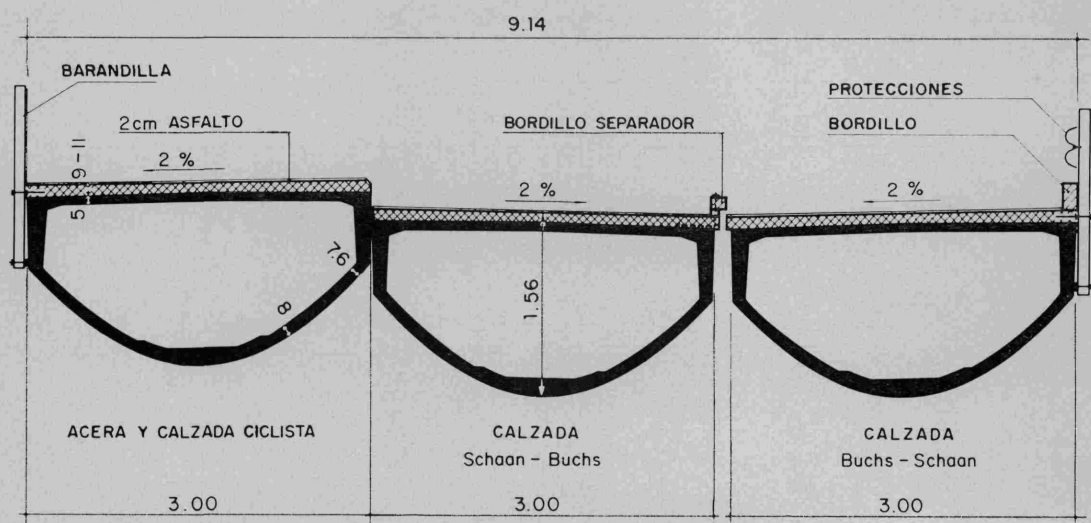


Montaje de una viga de 32,70 m de longitud y 54 Mp de peso.

Estas láminas cilíndricas se proyectaron para construir cubiertas de naves de hasta 40 m de luz, y están patentadas. El propietario de la patente es el ingeniero A. Schmitter; concesionaria, la fábrica de piezas de hormigón pretensado, AG Widnau.

Para materializar el tablero del puente se añade a las láminas una losa superior de 3 m de anchura que, al mismo tiempo, contribuye en la resistencia a las fuertes cargas impuestas por los vehículos. De esta forma, el tablero queda constituido por una viga-cajón de sección parabólica. Las uniones de la lámina con la losa superior se refuerzan por medio de cartabones.

Para aligerar de peso las vigas durante el transporte y colocación, la losa superior se hormigona en dos fases: en la fábrica se le dan 5 cm de espesor y en obra se colocan los 5 cm restantes. El canto total de las vigas es de 1,56 m, que les proporciona una esbeltez de 1/21.



sección transversal

La parte rayada corresponde a la capa de hormigón colocado en obra.

Para estudiar el comportamiento, a efectos resistentes de estas vigas-cajón, se ensayó una de ellas, de 32,70 m de longitud; el ensayo tenía por objeto, fundamentalmente, comprobar si estos elementos resistentes, de paredes delgadas, pueden calcularse como vigas, así como obtener una información lo más exacta posible sobre el comportamiento de las uniones entre la losa superior y la lámina cilíndrica.

La carga aplicada en el ensayo correspondía a 1,5 veces la carga útil dada por el tren SIA-I. El ensayo tuvo que efectuarse, por razones de plazo, sobre un elemento en régimen de transporte, es decir, cuando la losa superior tenía, solamente, 5 cm de espesor.

Los resultados del ensayo han mostrado una coincidencia extraordinariamente buena con los cálculos previos realizados según la teoría clásica de las vigas. Además el comportamiento fue totalmente elástico, y la abertura de las fisuras quedó por debajo de los valores permitidos en el hormigón armado.

Las vigas se calcularon para las siguientes cargas:

Tren de carga SIA-I:

Superposición de $p = 400 \text{ kp/m}^2$ con dos cargas puntuales $P_1 = 2,9 \text{ Mp}$ por carril de calzada; se añade a esto el coeficiente de impacto q_2 , variable de 15,6 a 25 % de la carga.

Tren de carga SIA-III:

$p = 700 \text{ kp/m}^2$ sin coeficiente de impacto.

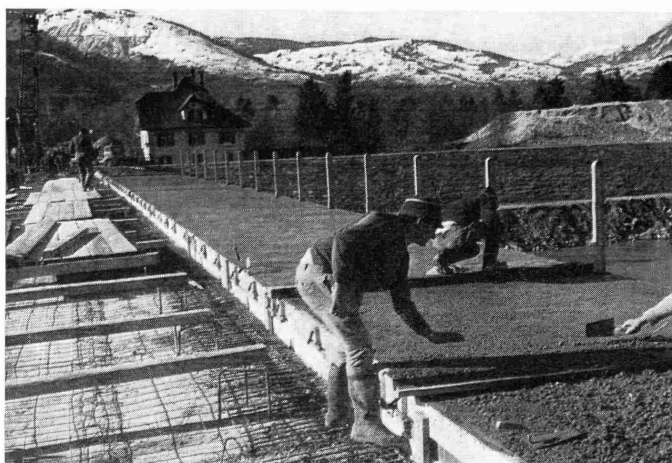
El puente no se calculó para resistir el tren de carga SIA-II y, por ello, se ha prohibido la circulación a los vehículos de más de 26 Mp.

En sección transversal, el tablero está compuesto por tres vigas, con una anchura total de 9,14 metros.

Cada viga trabaja independientemente de su viga contigua y está separada de ella por juntas.

Para obras definitivas es posible, sin embargo, unir entre sí las vigas.

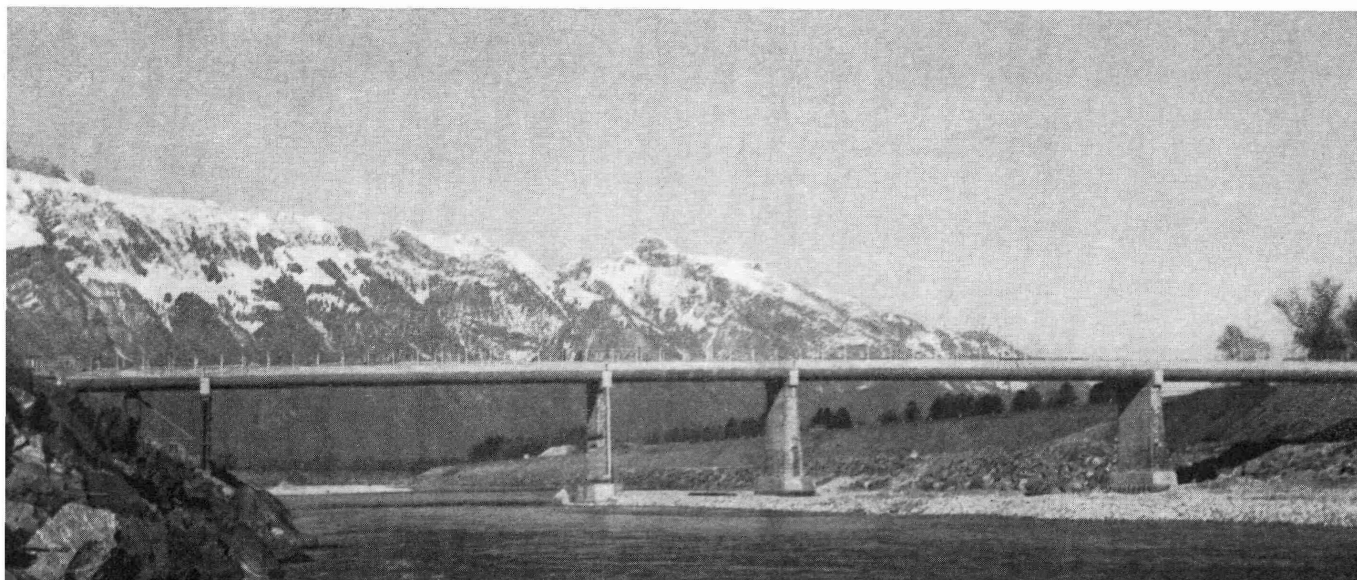
La calzada consta de dos carriles, cada uno de ellos sobre una viga; la tercera viga, en el lado de agua abajo, constituye la acera del puente y, para ello, se ha colocado 25 cm más alta que la viga central. Sobre el hormigón de la calzada se ha puesto una ligera capa bituminosa.



Hormigonado de la losa de hormigón en la viga correspondiente a la acera del puente.

El nuevo puente terminado. La fotografía está tomada desde la orilla suiza; a la izquierda y a la derecha de la corriente pueden verse las nuevas pilas 2 y 3.

Fotos: KURT BUCHMANN



Las vigas se apoyan sobre los soportes por medio de placas de neopreno.

Es de resaltar que en la concepción del proyecto se tuvo en cuenta la posibilidad de reutilizar las vigas cuando se desmonten de este puente, que será dentro de 4 años.

Montaje

El transporte y el montaje con las grúas de que se dispone en la actualidad han exigido la fabricación de las losas superiores en dos fases. Cada lámina ZD, de 32,70 m de longitud, sin los 5 cm de hormigón colocado in situ, arroja unas 54 t; con dicho hormigón, unas 79 t. Las vigas se transportaron de la fábrica Widnau hasta un banco de grava realizado en el lecho del Rhin, y desde allí se montaron por medio de grúas.

Programa de construcción

Para emitir un juicio sobre el puente nuevo hay que tener en cuenta que era necesario construirlo en el más breve plazo posible. Tanto la concepción del proyecto como la elaboración de todos los detalles estaban orientados en este sentido. Se renunció a todo perfeccionismo en favor de una entrada en servicio lo más rápida posible. Todos los interesados han prestado un gran apoyo para lograr este objetivo. El programa, extremadamente estricto en cuanto al tiempo, fue cumplido por todos sin excepción, y en parte incluso a un mejor precio. A pesar de todo, la calidad conseguida en la obra es irreprochable. Las fechas más significativas del programa son las siguientes:

14 agosto	Desplome del puente antiguo.
1 septiembre	Fecha de presentación de los pliegos para el concurso-subasta.
14 septiembre	Adjudicación de la obra, y comienzo del proyecto.
30 septiembre	Comienzo de la construcción.
13-21 octubre	Cimentación de los pilotes MV.
12 octubre a 16 noviembre	Fabricación de las vigas laminares ZD
16-19 noviembre	Montaje de las vigas laminares ZD.
18-21 noviembre	Recubrimiento de hormigón de las losas de la calzada.
28 noviembre	Entrega a la circulación para vehículos de hasta 3,5 Mp.
7 diciembre	Entrega del puente para la circulación de vehículos de hasta 26 Mp.

résumé

Pont sur le Rhin - Suisse

D. J. Bänziger, Ing. dipl. E.T.H./S.I.A.

Pour remplacer un pont sur le Rhin, écroulé le 14 août 1970 par suite d'un affaissement de l'un de ses piliers, on a construit un nouveau pont dans le court délai de deux mois.

Ce nouveau pont a été ouvert, le 28 novembre 1970, au trafic de véhicules de jusqu'à 3,5 t et, le 7 décembre de cette même année, aux véhicules de jusqu'à 26 t. C'est pour la première fois que des voiles cylindriques, préfabriqués et précontraints, ont été utilisés pour la construction de ce pont.

L'importance du pont, qui relie la principauté de Liechtenstein à la Suisse, le nouveau type de tablier utilisé, ainsi que le délai d'exécution extrêmement court suscitent un intérêt spécial.

summary

Bridge over the Rhine - Switzerland

D. J. Bänziger, Dipl. Eng., E.T.H./S.I.A.

In the brief period of two months a new bridge over the Rhine has been constructed to substitute one which collapsed on August 1970, because of the undermining of one of its pillars.

On November 28 1970 the new bridge was opened to the traffic, including trucks of up to 3.5 Kp, and on December 7th of the same year vehicles of up to 26 Kp could use it. In the construction of this bridge, for the first time, use has been made of cylindrical, prefabricated, precast thin shells. This project is of special significance because of its operational importance, since it connects Lichtenstein and Switzerland; the exceptionally short time of its construction; and the new type of deck used.

zusammenfassung

Brücke über den Rhein - Schweiz

D. J. Bänziger, Dipl.-Ing., E.T.H./S.I.A.

Als Ersatz für eine am 14. August 1970 durch Absacken eines Pfeilers eingestürzte Rheinbrücke wurde innerhalb von zwei Monaten eine neue Brücke errichtet.

Am 28. November 1970 wurde diese Brücke für den Verkehr von Fahrzeugen bis zu 3,5 t und am 7. Dezember desselben Jahres für Fahrzeuge bis zu 26 t freigegeben. Beim Bau dieser Brücke wurden erstmalig vorgefertigte und gespannte zylindrische Deckplatten verwendet. Die Bedeutung der Brücke, die als Verbindung des Fürstentums Liechtenstein mit der Schweiz dient, die neue Decke, sowie die ausserordentlich kurze Bauzeit verleihen diesem Bauwerk besonderes Interesse.